



DEUTSCHES
PATENTAMT

②① Aktenzeichen: P 43 41 073.1
②② Anmeldetag: 2. 12. 93
④③ Offenlegungstag: 8. 6. 95

⑦① Anmelder:

Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,
DE

⑦② Erfinder:

Orthmann, Reinhard, Dr.-Ing., 55124 Mainz, DE;
Hübner, Martin, 52064 Aachen, DE; Schwarz, Axel,
35396 Gießen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Schwingungsmotor und Verfahren zur Steuerung eines Schwingungsmotors

- ⑤⑦ Bei einem Schwingungsmotor mit einem Schwingstator, in dessen Oberfläche durch Anlegen von Antriebssignalen mit einer vorgegebenen Betriebsfrequenz Wanderwellen angeregt werden, mit einer Sensorvorrichtung zur Erfassung des Antriebszustandes des Schwingungsmotors, deren Zustandssignale einer Auswerte- und Steuervorrichtung für die Anregungssignale zugeführt werden, sind
- bei der Auswerte- und Steuervorrichtung Mittel vorgesehen, um das Auftreten von anderen Schwingungszuständen des Schwingstators als solchen mit ganzzahligen Vielfachen der Betriebsfrequenz zu erkennen,
 - Mittel vorgesehen, um nach einer vorgegebenen Vorschrift ein Maß für den Einfluß dieser Schwingungszustände auf den Antriebszustand des Schwingungsmotors zu bilden, sowie
 - Vergleichsmittel vorgesehen, die die Abweichung zwischen dem gebildeten Maß und einem vorgegebenen Wert ermitteln, wobei mittels der Auswerte- und Steuervorrichtung die Amplituden der Wanderwellen so geregelt wird, daß oben genannte Abweichung minimal ist.

DE 4341073 A1

DE 4341073 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNESDRUCKEREI 04. 95 508 023/141

9/27

Die Erfindung betrifft einen Schwingungsmotor und ein Verfahren zur Steuerung eines Schwingungsmotors gemäß dem Oberbegriff des Patentansprüche 1 bzw. 6.

Schwingungsmotoren, bei denen ein motorischer Antrieb durch in der Oberfläche geeigneter Schwingkörper erzeugte Wanderwellen erfolgt, besitzen eine Reihe vorteilhafter Eigenschaften, wie z. B. hohes Halte- und Drehmoment, niedrige Geschwindigkeit, kompakte flache Bauweise, und sind z. B. bekannt aus der DE 33 06 755 und der DE 43 05 894. Bei den darin beschriebenen Motoren, wird ein Rotor mittels eines Anpreßmechanismus gegen einen Schwingstator gedrückt, in dem durch Ultraschallschwinger die Wanderwellen angeregt werden.

Ein Problem bei bekannten Wanderwellenmotoren besteht darin, daß in Grenzbetriebspunkten laute Quietschgeräusche auftreten können, deren Ursache zu große Schwingungsamplituden des Stators sind. Bei zu großen Schwingungsamplituden im Stator tritt statt Haftreibung eine Gleitreibung zwischen Rotor und Stator auf, wobei die Kraftübertragung zwischen Rotor und Stator gestört wird. Dabei werden alle Motorkomponenten zu Resonanzschwingungen angeregt, die zur Schallabstrahlung führen. Darüber hinaus führt die gestörte Kraftübertragung zu einem erhöhten Verschleiß des Motors im Kontaktbereich von Stator und Rotor, da in der Stator- und Rotoroberfläche die Geschwindigkeitskomponenten stark voneinander abweichen.

Das Auftreten eines unerlaubten Motorzustands der genannten Art ist von vielen Einflußgrößen abhängig, wie dem konstruktiven Aufbau des Motors, der insbesondere Komponenten wie die Mittel zur Einstellung der Anpreßkraft zwischen Stator und Rotor, die Gestaltung von Stator und Rotor selbst, sowie die Materialeigenschaften von Stator- und Rotoroberfläche betrifft. Weiter spielen das Lastmoment sowie die Motortemperatur, sowie die zwischen den Anregungssignalen des Motors bestehenden Phasenlagen eine Rolle. Besonders wegen der Temperaturabhängigkeit beim Auftreten eines unerlaubten Motorzustands der genannten Art wäre eine starre Begrenzung der Anregungsamplitude äußerst unbefriedigend. Die Neigung zu Quietschgeräuschen ist bei einem kalten Motor deutlich größer als bei einem warmgelaufenen. Verwendet man eine Maximalamplitude, bei der das Quietschen im kalten Motorzustand ausgeschlossen ist, so wird damit ein bedeutender Teil des möglichen Arbeitsbereichs des warmen Motors verschenkt.

Die Spektralanalyse der Störgeräusche bekannter Schwingungsmotore zeigt parasitäre Resonanzen, insbesondere bei Subharmonischen der Betriebsfrequenz f_0 , mit der im Schwingstator die Wanderwellen angeregt werden. Im normalen Motorbetrieb besteht die Schwingung des Stators dagegen aus Wellen mit einfacher und doppelter Anregefrequenz.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Schwingungsmotor parasitäre Schwingungen zu vermeiden, die zu Störgeräuschen führen. Diese Aufgabe wird durch die den Patentansprüchen 1 und x gekennzeichnete Erfindung gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen und der Beschreibung zu entnehmen.

Die Erfindung geht von der Idee aus, bei einem Schwingungsmotor eine geregelte Maximalamplitude der Wanderwellen zu verwenden, wobei mittels Auswertung eines Sensorzustandssignals, mit dem der An-

triebszustand des Schwingungsmotors erfaßt wird, das Auftreten von anderen Schwingungszuständen des Schwingungsstators als solchen mit ganzzeitigen Vielfachen der Betriebsfrequenz erkannt und nach einer vorgegebenen Vorschrift ein Maß für den Einfluß dieser Schwingungszustände auf den Antriebszustand des Schwingungsmotors ermittelt wird, und daß die Amplitude der Wanderwelle derart geregelt wird, daß die Abweichung zwischen diesem Maß und einem vorgegebenen Wert minimal ist. Bei dem erfindungsgemäßen Schwingungsmotor mit einer Auswerte- und Steuervorrichtung sind Mittel vorgesehen, um das Auftreten von anderen Schwingungszuständen des Schwingstators als solchen mit ganzen Vielfachen der Betriebsfrequenz zu erkennen, Mittel, um nach einer vorgegebenen Vorschrift ein Maß für den Einfluß dieser Schwingungszustände auf den Antriebszustand des Schwingungsmotors zu bilden, sowie eine Vergleichsschaltung, die die Abweichung zwischen dem ermittelten Maß und einem vorgegebenen Wert ermittelt, wobei mittels der Auswerte- und Steuervorrichtung die Amplituden der Wanderwelle so geregelt werden, daß die o.g. Abweichung minimal ist.

Vorzugsweise werden bei dem Verfahren zur Steuerung eines Schwingungsmotors die Amplituden der Wanderwelle derart gesteuert, daß die Abweichung zwischen dem Wert des über eine Periode der Betriebsfrequenz gebildeten Zeitintegrals des Sensorzustandssignals und einem vorgegebenen Wert minimal ist.

Vorzugsweise ist bei dem erfindungsgemäßen Wanderwellenmotor eine Auswerte- und Steuervorrichtung mit einem Integrierglied vorgesehen, das das Zeitintegral der Zustandssignale der Sensorvorrichtung über eine Periode der Betriebsfrequenz bildet, sowie eine Vergleichsschaltung, die die Abweichung zwischen dem Wert des Zeitintegrals und einem vorgegebenen Wert ermittelt, wobei mittels der Auswerte- und Steuervorrichtung die Amplituden der Wanderwellen so geregelt werden, daß die o.g. Abweichung minimal ist. Die Amplitude der Wanderwellen kann durch Einstellung der Betriebsfrequenz oder der Amplituden der Antriebssignale oder einer Phasendifferenz zwischen den Antriebssignalen geregelt werden.

Die Erfindung wird anhand von Abbildungen beispielhaft im folgenden näher beschrieben. Es zeigt Fig. 1 einen Schnitt durch einen bekannten Schwingungsmotor mit Stator, Rotor und Andruckmechanismus,

Fig. 2 eine bekannte Reglergrundstruktur für einen Wanderwellenmotor,

Fig. 3 Erkennungs- und Regelmittel bei der Auswerte- und Steuervorrichtung eines erfindungsgemäßen Wanderwellenmotors,

Fig. 4 Weitere Erkennungs- und Regelmittel bei der Auswerte- und Steuervorrichtung eines erfindungsgemäßen Wanderwellenmotors.

Fig. 1 zeigt einen Ultraschallwellenmotor, bei dem auf einer Grundplatte 1 ein Stator 2 mit Hilfe mehrerer Schrauben oder sonstiger Befestigungsmittel befestigt ist. Gegen den Stator wird ein Rotor 3 mittels einer Tellerfeder 4 gedrückt. Der Ultraschallmotor ist koaxial um eine Antriebswelle 5 angeordnet. Am oberen Ende dieser Antriebswelle 5 ist eine Tellerfeder 4 mittels eines Klemmringes fest angeordnet, der über eine Nietverbindung mit der Tellerfeder 4 verbunden ist und auf einem Ansatz der Antriebswelle 5 lagert. Die Antriebswelle 5 ist am unteren Ende drehbar an einem Rollenlager gelagert. Zur Erzeugung eines

Antriebsmoments werden bei dem in Fig. 1 dargestellten Ultraschallmotor in bekannter Weise im Schwingstator 2 Wanderwellen erzeugt, bei denen die materiellen Punkte der Statoroberfläche auf elliptischen Trajektorien laufen und den reibschlüssig gekoppelten Rotor 3 in Bewegung setzen.

Eine schematische Darstellung einer bekannten Reglerstruktur für eine Wanderwellenmotor mit einer Sensorvorrichtung mit zwei Sensoren zeigt Fig. 2. Die beiden Sensoren 6 und 7 sind am Schwingstator des Wicklungsmotors angeordnet, in dem mittels der Antriebssignale U_A und U_B Wanderwellen angeregt werden. Die Spannungen $U_{\text{Sensor A}}$ und $U_{\text{Sensor B}}$ werden zur Sensorauswertung der Schaltung 11 zugeführt, die eine Sollfrequenz f^* und eine Sollphase Φ^* zwischen den Spannungen U_A und U_B bestimmt und an die frequenz- bzw. phasenbestimmenden Schaltkreise 12 und 13 weitergibt, deren Signale in Wechselrichtern 14, 15 eingesetzt und über die Anpassungsglieder 16 und 17 an die Elektroden 9 und 10 geführt werden. Die Sensorauswertungsschaltung 11 kann aus den Signalen $U_{\text{Sensor A}}$ und $U_{\text{Sensor B}}$ die Amplitude der Wanderwelle bestimmen. Durch geeignete Anordnung der Sensoren 6 und 9 im Schwingkörper ist eine entkoppelte Erfassung der Schwingungszustände der den Elektroden 9 und 10 zugeordneten Anregesysteme A und B gewährleistet. Aus den Sensorzustandssignalen lassen sich die Amplitude der Wanderwelle sowie der sie konstituierenden Stehwellen bestimmen. Die Regelung der Wanderwellenamplitude kann in an sich bekannter Weise über die Einstellung der Betriebsfrequenz oder der Amplituden der Antriebssignale oder der Phasendifferenz zwischen den Antriebssignalen erfolgen, wie z. B. in den DE 34 06 408, DE 36 34 329 und DE 37 19 537 beschrieben wird.

Erfindungsgemäß wird als Kriterium für einen unerlaubten Quietschzustand das Auftreten von Schwingungszuständen, deren Frequenz von einem ganzzahligen Vielfachen der Betriebsfrequenz, insbesondere der einfachen und doppelten Betriebsfrequenz abweicht, verwendet. Das Auftreten solcher Schwingungszustände zeigt sich in entsprechenden Spannungsanteilen, wie sie von der Sensorvorrichtung geliefert werden. Als Eingangsgröße für das Verfahren steht die Betriebsfrequenz, die von der Motorsteuerung erzeugt wird, zur Verfügung.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erfolgt die Erkennung des Quietschzustandes dadurch, daß mittels eines Integrierglieds als Zeitintegral der Zustandssignale über eine Periode eines ganzzahligen Vielfachen der Betriebsfrequenz gebildet, mittels einer Vergleichsschaltung die Abweichung zwischen dem Wert des Zeitintegrals und einem vorgegebenen Wert ermittelt und mittels der Auswerte- und Steuervorrichtung die Amplitude der Wanderwellen so geregelt wird, daß die o.g. Abweichung minimal ist. Wird das Zustandssignal der Sensorvorrichtung genau über eine Periode der Betriebsfrequenz integriert, so liefern die Betriebsfrequenz und ihre Vielfachen kein Ausgangssignal, da sich die positiven und negativen Anteile gegenseitig aufheben. Die im Quietschzustand auftretenden Schwingungen mit anderen Frequenzen bewirken dagegen ein abweichendes Integrationsergebnis. Frequenzen unterhalb der Motorfrequenz tragen stärker bei als höherfrequente. Diese zusätzlichen Schwingungen kompensieren sich im allgemeinen nicht und können zu einem positiven oder negativen Integrationsergebnis führen. Das zeitliche Integral über eine Periode der Betriebsfrequenz stellt daher ein Maß für den Einfluß von

unerwünschten Schwingungszuständen auf den Antriebszustand des Schwingungsmotors dar. Durch die Regelung der Amplitude der Wanderwelle, so, daß die Abweichung zwischen diesem Maß und dem vorgegebenen Wert, im allgemeinen 0, minimal ist, können daher diese Schwingungszustände unterdrückt werden.

Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine Schaltung, mit der Integration und Vergleich entsprechend dem oben zitierten Verfahren realisiert werden kann.

Alle Logikelemente sind in diesem Ausführungsbeispiel mit $-7,5$ V und $+10$ V versorgt. Die Eingänge von IC5D sind über R8 mit $-7,5$ V, über R9 mit $+10$ V und über den Koppelkondensator C4 und R5 mit dem Takteingangssignal 'Freq' der Schaltung verbunden.

Mit IC4A ist ein D-Flip-Flop bezeichnet, das als Frequenzteiler durch zwei geschaltet ist. Es nimmt am Takteingang das Ausgangssignal des Schmitt-Trigger-NAND-Gliedes IC5D auf und schaltet mit seinem invertierten Ausgang den Analogschalter IC3A.

IC5A und IC5B bilden ein logisches UND, das an den Eingängen den nichtinvertierten Ausgang von IC4A und den Ausgang des Inverters IC5C aufnimmt, dessen Eingang mit dem Eingang von IC4A verbunden ist.

R10, R11, C2 bilden einen Spannungsteiler und Tiefpaß, der das analoge Eingangssignal 'Sensorspannung' aufnimmt und über den Impedanzwandler IC1D mit dem Signalgang des Analogschalters IC3A verbunden ist.

Der Kondensator C1 ist mit dem invertierenden Eingang und dem Ausgang des Operationsverstärkers IC1 verbunden. Die Schaltkontakte des Analogschalters IC3B sind mit dem invertierenden Eingang und dem Ausgang des Operationsverstärkers IC1 verbunden. Der Steuereingang des Analogschalters ist mit dem Ausgang von IC5B verbunden. Eine logische Eins bedeutet, daß der Analogschalter geschlossen ist.

Diese Einheit aus Operationsverstärker IC1A und Analogschalter IC3B bildet eine 'Sample and Hold'-Stufe, deren Eingang mit dem Ausgang des Analogschalters IC3A verbunden ist. Der invertierte Ausgang des D-Flip-Flops IC4A liegt für eine Periode des Ansteueraktes auf logisch Eins. Während dieser Zeit schaltet der Analogschalter IC3A die Sensorspannung auf das 'Sample and Hold'-Glied, welches somit über eine Periode integriert. Ist der nichtinvertierte Ausgang wieder auf logisch Eins, setzt das UND-Glied IC5A/B gleichzeitig das Ausgangs-Flip-Flop auf logisch Eins und den Schalter IC3B, der in Folge das 'Sample and Hold'-Glied löscht.

Mit dem Potentiometer P1 wird eine Bezugsspannung in Höhe zwischen $0,5$ V und 5 V eingestellt, die über den Impedanzwandler IC1C dem Komparator IC2A auf dem nichtinvertierenden Eingang zugeführt wird. Die Höhe der Bezugsspannung ist unkritisch.

Ist die Ausgangsspannung von IC1A größer als die Spannung am Ausgang von IC1C, zieht IC2A den Ausgang, der über R6 auf $+10$ V liegt, auf $-7,5$ V. Der Inverter IC1B hat am Eingang das Ausgangssignal von IC1C, die positive Referenzspannung und gibt die negative Referenzspannung am invertierenden Eingang des Komparators vor, der den Ausgang auf $-7,5$ V zieht, wenn die Ausgangsspannung von IC1A kleiner ist als die von IC1B. Diese Gruppe bildet einen Fensterkomparator, dessen Ausgang auf $-7,5$ V liegt, d. h. logisch Null, wenn der Betrag der Eingangsspannung die eingestellte Referenzspannung übersteigt, sonst auf $+10$ V, d. h. logisch Eins. Der logische Zustand an dem Ausgang des Fensterkomparators wird im nachfolgenden D-Flip-

Flop IC4B mit jeder positiven Flanke des Ausgangssignales von IC5B abgespeichert.

Der nichtinvertierende Ausgang von IC4B ist über eine Siliziumdiode DI, eine 4,7 V Zenerdiode D2 und R7 mit Masse verbunden. Diese zusammen bilden einen Pegelschieber vom Spannungsniveau der Schaltung auf das Standard-5 V-Logikniveau.

Über R7 wird das gewünschte Zustandssignal 'Noise' abgegriffen, welches im Ruhezustand 5 V, d. h. logisch Eins und bei erkanntem Quietschen 0 V, d. h. logisch Null, beträgt.

Liegt im Motor ein Quietschen vor, so ist die Sensorspannung nicht 2π periodisch, d. h. das Integral der Spannung über eine Periode ist ungleich Null, was durch den Fensterkomparator erkannt wird und am Ende der Integrationsperiode vom Flip-Flop IC4B erkannt und abgespeichert wird.

Alternativ kann dazu mittels eines Bandsperren-Filters, Fig. 4, z. B. in klassischer Analogtechnik oder 'Switched Capacitor'-Technik, aus dem Sensorsignal die Signalkomponente mit der Motorbetriebsfrequenz herausgefiltert werden. Die Unterdrückungsgüte dieses Filters muß so groß sein, daß die gesuchten Restkomponenten im Signal, die durch das Quietschen angeregt werden, deutlich von dem Signal mit der Motorbetriebsfrequenz unterschieden werden kann. Sperrgüten in der Größenordnung 60 bis 80 dB sind hierbei erforderlich.

Liegt nun ein Quietschen vor, treten außer der Motorbetriebsfrequenz noch Signalkomponenten mit anderen Frequenzen im Sensorsignal auf. Durch das Filter wird die Komponente mit der Motorbetriebsfrequenz unterdrückt. Durch eine Gleichrichterschaltung am Ausgang des Bandsperrenfilters wird ein Gleichsignal erzeugt. Übersteigt dieses Signal einen Bezugswert, wird dies durch einen Komparator, wie in der obigen Schaltung, erkannt, von einem Flip-Flop-Speicher abgespeichert und dem übergeordneten System mitgeteilt.

Patentansprüche

1. Schwingungsmotor mit einem Schwingstator; in dessen Oberfläche durch Anlegen von Antriebssignalen mit einer vorgegebenen Betriebsfrequenz Wanderwellen angeregt werden, mit einer Sensorvorrichtung zur Erfassung des Antriebszustandes des Schwingungsmotors, deren Zustandssignale einer Auswerte- und Steuervorrichtung für die Anregungssignale zugeführt werden, dadurch gekennzeichnet,

— daß bei der Auswerte- und Steuervorrichtung Mittel vorgesehen sind, um das Auftreten von anderen Schwingungszuständen des Schwingstators als solchen mit ganzzahligen Vielfachen der Betriebsfrequenz zu erkennen,

— daß Mittel vorgesehen sind, um nach einer vorgegebenen Vorschrift ein Maß für den Einfluß dieser Schwingungszustände auf den Antriebszustand des Schwingungsmotors zu bilden, sowie

— daß Vergleichsmittel vorgesehen sind, die die Abweichung zwischen dem gebildeten Maß und einem vorgegebenen Wert ermitteln, wobei mittels der Auswerte- und Steuervorrichtung die Amplituden der Wanderwellen so geregelt wird, daß obengenannte Abweichung minimal ist.

2. Schwingungsmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Auswerte- und Steuer-

vorrichtung ein Integrierglied, das das Zeitintegral der Zustandssignale über eine Periode der Betriebsfrequenz bildet, sowie eine Vergleichsschaltung, die die Abweichung zwischen dem Wert des Zeitintegrals und einem vorgegebenen Wert ermittelt, vorgesehen sind, wobei mittels der Auswerte- und Steuervorrichtung, die Amplituden der Wanderwellen so geregelt werden, daß die obengenannte Abweichung minimal ist.

3. Schwingungsmotor nach Ansprüchen 1—2, dadurch gekennzeichnet, daß die Amplitude der Wanderwellen durch Einstellung der Betriebsfrequenz oder der Amplituden der Antriebssignale oder einer Phasendifferenz zwischen den Antriebssignalen geregelt wird.

4. Schwingungsmotor nach Ansprüchen 1—3, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorvorrichtung direkt mit dem Schwingstator in Berührung steht.

5. Schwingungsmotor nach Ansprüchen 1—4, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorvorrichtung die Amplitude einer der die Wanderwelle bildenden Stehwellenkomponente erfaßt.

6. Verfahren zur Steuerung eines Schwingungsmotors, der einen Schwingstator umfaßt, an dessen Oberfläche durch das Anlegen von Antriebssignalen und einer vorgegebenen Betriebsfrequenz Wanderwellen angeregt werden, wobei mittels Auswertung eines Sensorzustandssignals zur Erfassung des Antriebszustands des Schwingungsmotors die Schwingungsmodi der Wanderwellen gesteuert werden, dadurch gekennzeichnet,

— daß mittels der Auswertung des Sensorzustandssignals das Auftreten von anderen Schwingungszuständen des Schwingungstators als solchen mit ganzzahligen Vielfachen der Betriebsfrequenz erkannt und nach einer vorgegebenen Vorschrift ein Maß für den Einfluß dieser Schwingungszustände auf den Antriebszustand des Schwingungsmotors gebildet wird, und

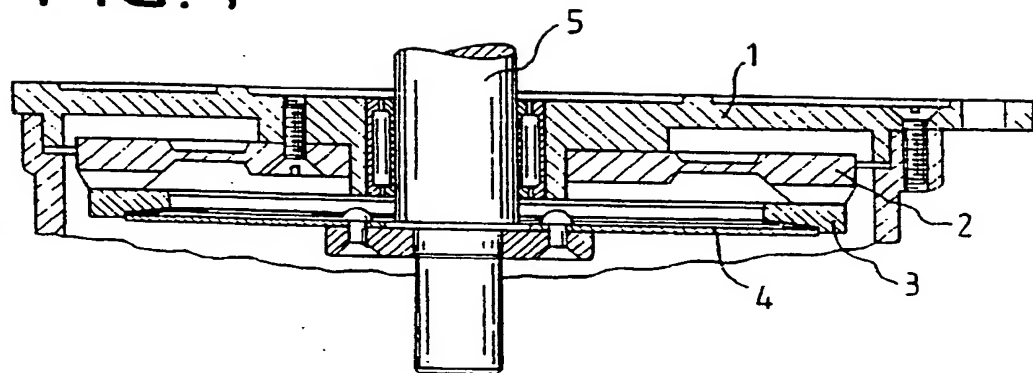
— daß die Amplitude der Wanderwellen derart geregelt wird, daß die Abweichung zwischen diesem Maß und einem vorgegebenen Wert minimal ist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Amplitude der Wanderwellen derart gesteuert wird, daß die Abweichung zwischen dem Wert des über eine Periode der Betriebsfrequenz gebildeten Zeitintegrals des Sensorzustandssignals und einem vorgegebenen Wert minimal ist.

8. Verfahren nach Anspruch 6—7, dadurch gekennzeichnet, daß die Amplitude der Wanderwellen durch Einstellung der Betriebsfrequenz oder der Amplituden der Antriebssignale oder einer Phasendifferenz zwischen den Antriebssignalen geregelt wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1



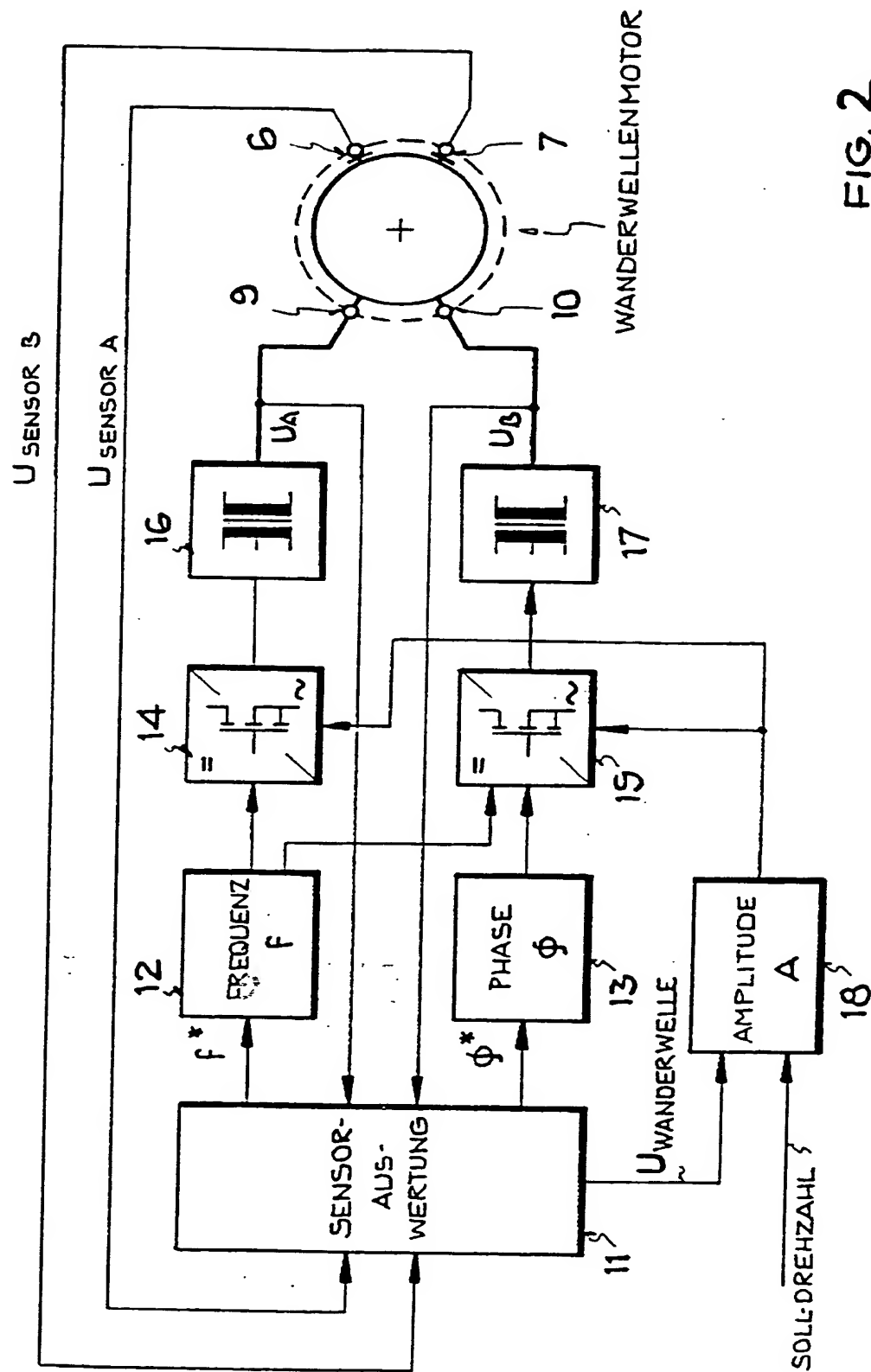


FIG. 2

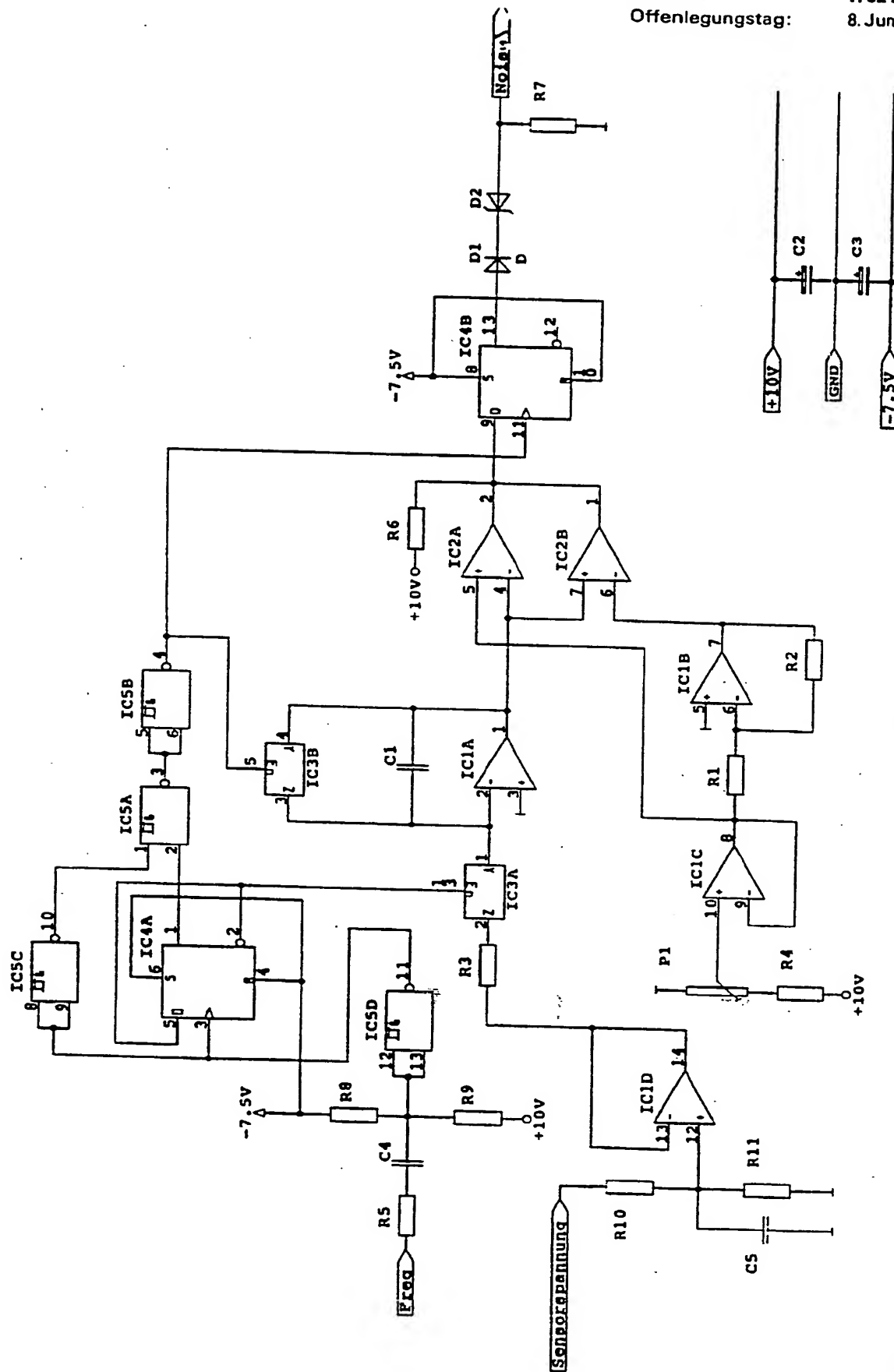
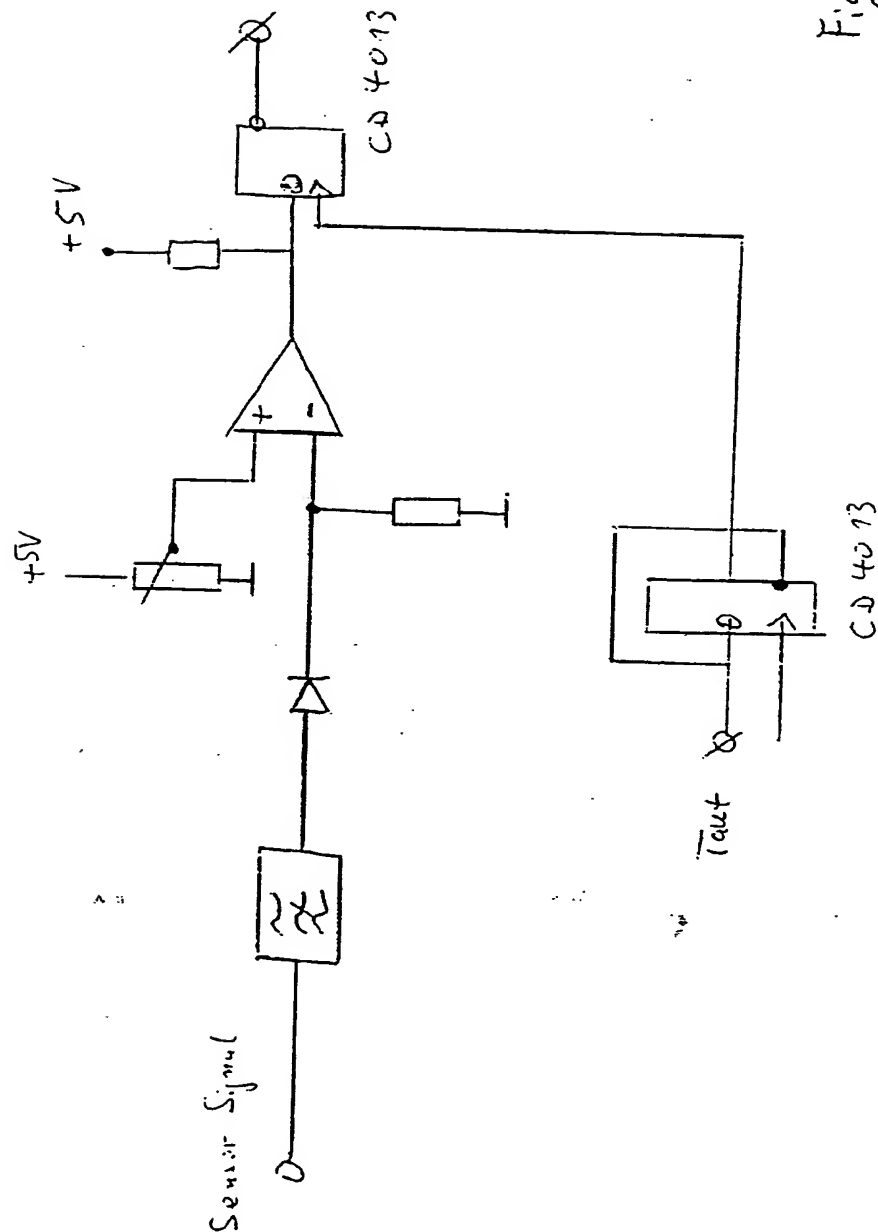


Fig. 3



Vibration motor for generating travelling waves

Patent number: DE4341073
Publication date: 1995-06-08
Inventor: ORTHMANN REINHARD DR ING (DE); HUEBNER MARTIN (DE); SCHWARZ AXEL (DE)
Applicant: DAIMLER BENZ AG (DE)
Classification:
- international: H02N2/00
- european: H01L41/04B2
Application number: DE19934341073 19931202
Priority number(s): DE19934341073 19931202

[Report a data error here](#)

Abstract of DE4341073

The vibration motor has a vibration stator (2) with travelling waves generated at its surface upon application of a given operating frequency. The drive condition of the stator is detected by a sensor (6, 7), coupled to an evaluation and control stage, for identifying sub-harmonic oscillations and regulating the amplitude of the travelling waves to obtain a min. difference between the actual and required influence of the oscillations on the drive condition of the motor. Pref. the evaluation and control stage uses an integrator providing the integral of the condition signal over one period of the operating frequency, compared with a reference value for feedback regulation of the amplitude of the travelling waves.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide